101
/ annuel
63993
agu

TOME X N° 1 JANVIER 1928

236

Bulletin
de
L'OBSERVATOIRE
DE LYON

Publié sous les Auspices
du
Comité National Français d'Astronomie

LIBRARY
MAR 4 2003
National Oceanic & Atmospheric Administration
U.S. Dept. of Commerce

TELÉPH.
LYON-BARRE 18-40,
SAINT-GENIS-LAVAL 11
COMPTE CHÈQUES POSTAUX
LYON C/C 32-85.

ABONNEMENT
FRANCE ET COLONIES
25 FR.
ÉTRANGER
40 FR.

50240
QC 989 .F82 L96 t.10 (1928)

SAINT-GENIS-LAVAL (Rhône).
ADRESSER TOUTES LES COMMUNICATIONS
A L'OBSERVATOIRE

M. G. Hamel, à Madrid, Espagne.
M. G. Viel, Ingénieur, à St-Etienne..
M. J. Guillaume, Astronome, Lauréat de l'Institut, St Genis Laval, Rhône.
M. J. Bougon, à Amiens, Somme.
M. M. Winter, Avocat à la Cour, à Paris.
M. Alphonse Simon, Le Mans.
M. M. Duruy, Ingénieur des Mines, à Nancy.
Le Révèrend Théodore E. R. Phillips, à Epsom, Angleterre.
M. Louis Lumière, Membre de l'Institut, Paris.
M. Denfert-Rochereau, à Paris.
M. Alberto Micheli, à Piacenza, Italie.
M. J. Ellsworth, Chirurgien-dentiste à Lyon.
M. François Servais, Ingénieur, à Echternach, Luxembourg.
M. Paul Reclus, à Domme, Dordogne.
M. Henri Gindre, Pharmacien, à Lyon.
Parfumerie Ed. Pinaud, à Paris.
M. John G. Kellar, à Washington D. C., U. S. A.
M. Em. Beuckeleers-Donche, « Bouckenberg », Merxem, Belgique.
M. E. Jouguet, Inspecteur général des Mines, Paris.
M. C. Butterworth, Isle of Man, Angleterre.
M. le Commandant Gleizes, Service Géographique, Hanoï.
M. Le Général Guillemin, à Croix-de-Vic, Vendée.
M. G. Delmotte, Industriel, à Masnières, Nord.
M A. Dermul, à Anvers, Belgique.
M. Arturo Bernard, à Colmenarejo, Madrid, Espagne.
M. G. Bodart, à St Etienne, Loire.
M. L. Assadourian, à Paris.
M. Jacques Bloch, Ingénieur, à Sao Paulo, Brésil.
Manufactures des glaces et produits chimiques de St-Gobain, Chauny et Cirey.

Tous nos lecteurs voudront se joindre à nous pour exprimer à ces généreux *Patrons* notre reconnaissance de leur sollicitude éclairée et bienveillante.

Leur appui nous fût extrêmement précieux : grâce à lui, nous avons pu surmonter les difficultés que nous avons rencontrées dans nos publications en 1927, par suite d'une situation financière souvent malaisée. Loin de subir une régression, le *Bulletin* a poursuivi sa marche ascendante, ainsi qu'en témoigne l'afflux toujours plus considérable des articles, travaux ou observations que nous centralisons. Tandis qu'en 1926 nous avions pu donner 396 pages de texte ou observations et 260 pages de biblio-

graphie rapide; en 1927 nous avons dû porter ces nombres à 584 et 312 respectivement ; en particulier, la *Bibliographie rapide* a pris une extension considérable et divers témoignages tendent à nous confirmer dans l'idée que cette œuvre rend de réels services aux chercheurs.

Il devient, au fur et à mesure, plus difficile de progresser et d'étendre notre action. Mais le progrès est la condition même de la vie, et nous espérons que des *Patrons*, plus nombreux encore, viendront se joindre à nous pour nous aider à donner à notre publication toute l'importance qu'elle pourrait atteindre bientôt.

La théorie de la Relativité et les inégalités résiduelles des mouvements planétaires.

On sait que l'application de la loi de Newton aux perturbations planétaires fut impuissante jusqu'à ce jour à expliquer complètement les mouvements et qu'il reste, pour les périhélies de Mercure et de Mars et pour le nœud de Vénus, des résidus *singuliers. De nombreuses hypothèses furent déjà mises en avant par Hall, Newcomb, etc..., soit pour altérer très légèrement l'exposant de l'attraction universelle, soit pour introduire l'action de masses inconnues, anneau de corpuscules, planète intramercurielle, etc.....*

A l'apparition de la théorie de la Relativité, on vit dans son application au périhélie de Mercure une confirmation triomphale. En réalité le problème est beaucoup plus complexe encore : cette théorie ne fournit d'explication que pour une fraction de l'ordre du sixième de l'avance du périhélie de Mars, et reste impuissante en ce qui concerne Vénus. M. J. Chazy, connu par ses travaux dans ce domaine, va faire paraître prochainement chez Gauthier-Villars un Livre important afin de mettre ces questions au point : nous eussions voulu pouvoir donner à nos lecteurs tout le Chapitre qui concerne les inégalités résiduelles, mais nous devons nous borner, avec l'autorisation de l'auteur, à reproduire ce qui concerne la théorie de la Relativité.

*
* *

Dans la théorie de la Relativité, la loi d'attraction n'est énoncée d'une manière rigoureuse que dans le mouvement d'une masse infiniment petite sous l'action d'une masse sphérique fixe: ce mouvement est déter-

miné par les géodésiques du ds^2 de Schwarzschild. Pour passer dans l'étude des mouvements planétaires, de la théorie newtonienne à la théorie de la Relativité, *il suffit* (1) *d'ajouter aux perturbations newtoniennes les avances des périhélies que nous avons calculées à partir du* ds^2 *de Schwarzschild,* dans le mouvement de chaque planète par rapport au Soleil ; notamment *la théorie de la Relativité n'introduit aucune inégalité séculaire sensible des nœuds planétaires.*

Dès lors *la théorie de la Relativité explique d'une manière parfaite, dans l'état actuel de nos connaissances, l'avance du périhélie de Mercure.* L'avance calculée à partir du ds^2 de Schwarzschild, et des éléments du mouvement relatif de Mercure, est 42'',9. Et, d'après les résultats de Newcomb, l'avance observée par rapport à la théorie newtonienne est égale à 41'', 42'' ou 43'', réserve faite de ce que dans l'interprétation des observations un compte plus grand devrait être tenu des observations méridiennes.

Dans la plupart des autres hypothèses proposées pour expliquer l'avance du périhélie de Mercure, figure un paramètre *à priori* indéterminé, tel que l'exposant de la loi de Hall, et l'on détermine précisément ce paramètre de façon à obtenir pour l'avance du périhélie de Mercure la valeur numérique voulue : si cette valeur numérique était la moitié ou le double, la même hypothèse resterait valable, la valeur du paramètre serait simplement changée, sans que ce changement entraîne d'ailleurs d'autres conséquences sensibles aux observations. Dans la théorie de la Relativité au contraire, le ds^2 de Schwarzschild ne contient, la forme en étant donnée, que les coefficients les plus simples, et fournit la formule $\frac{6\pi\mu}{V^2 a (1-e^2)}$ qui semble être la valeur algébrique de l'avance observée.

Rappelons que, dans cette formule, qui donne la valeur de l'avance pendant une révolution, a et e désignent la distance moyenne au Soleil et l'excentricité de la planète considérée, et d'ailleurs μ et V, le coefficient d'attraction du Soleil dans la théorie newtonienne et la vitesse de la lumière. Si l'on néglige les carrés des excentricités, l'avance du périhélie pendant une révolution varie, d'une planète à l'autre, en raison inverse de la distance a. C'est là une variation intermédiaire entre les variations que nous avons rencontrées dans l'hypothèse de Hall où l'avance par révolution est la même pour toutes les planètes, et dans l'action d'un anneau planétaire proche du Soleil, où l'avance par révolution varie en

(1) Il faut, pour cela, admettre un principe énoncé précédemment par l'auteur.

raison inverse du carré a^2. De même les avances séculaires varient, selon la troisième loi de Képler, en raison inverse de $a^{\frac{3}{2}}$ dans l'hypothèse de Hall, de $a^{\frac{7}{2}}$ sous l'action d'un anneau proche du Soleil, et en raison inverse de $a^{\frac{5}{2}}$ avec la loi de gravitation déduite du ds^2 de Schwarzschild.

Nous avons calculé avec cette dernière loi les avances séculaires des périhélies de Mercure, Vénus, la Terre et Mars, soit

42'',9 ; 8'',61 ; 8'',83 ; 1'',35.

les avances des périhélies des autres planètes étant négligeables.

Les produits par les excentricités correspondantes

0,2056 ; 0,0068 ; 0,0167 ; 0,0933

sont

8'',82 ; 0'',06 ; 0'',06 ; 0'',13.

Qu'il s'agisse de la loi actuelle, de l'hypothèse de Hall ou de l'action d'un anneau planétaire intramercuriel, les mouvements des périhélies de Vénus et de la Terre sont incertains, en raison de la faiblesse des excentricités de ces deux planètes, et ne donnent lieu à aucun écart. Mais l'avance du périhélie de Mars, *possible* selon le mot de Poincaré d'après les résultats de Newcomb, 8'',03 environ, était mieux expliquée par l'hypothèse de Hall qui donnait 5'',42 qu'elle ne l'est dans la théorie de la Relativité. On peut dire que l'avance obtenue dans cette théorie, 1'',35, est du sens voulu, qu'elle est même supérieure à l'avance due à l'action d'un anneau intramercuriel, 0'',34. Mais *elle est seulement le sixième de l'avance à expliquer.*

Enfin *la théorie de la Relativité, selon le principe énoncé, ne donne aucune avance sensible du nœud de Vénus,* tandis qu'il existe *probablement* une avance de ce nœud, fixée d'abord par Newcomb à 10'',14.

De Sitter à cherché (1) à compléter la théorie ainsi obtenue au moyen de l'hypothèse formulée antérieurement par Seeliger. Mais dans cette hypothèse l'ellipsoïde intérieur ne peut plus avoir qu'une action très faible relativement à celle que lui assignait Seeliger, car le périhélie de Mercure n'est plus en avance, et possède même un léger retard par rapport à la longitude observée selon le Tableau de Newcomb. Les résidus des avances des périhélies et des nœuds sont, les uns positifs, les autres négatifs, et de Sitter n'introduit pas de rotation du système des coordonnées écliptiques par rapport au système d'inertie. Il reste de l'hypothèse de Seeliger l'ellipsoïde extérieur, qui correspond d'ailleurs

(1) **Proceedings Amsterdam**, vol. XIX, 1916, p. 380.

grossièrement à la matière visible dans les phénomènes de la lumière zodiacale. En quadruplant la densité de cet ellipsoïde, on obtiendrait une avance du nœud de Vénus de la grandeur requise, mais les calculs de Woltjer ont montré que la densité obtenue par Seeliger est à peu près la limite que l'on ne peut dépasser sans faire apparaître un désaccord entre les observations et la variation séculaire de l'obliquité de l'écliptique et de la précession planétaire.

Bauschinger a donné une autre solution, et formé (1) un tableau d'ensemble des écarts qui pourraient subsister entre la théorie de la Relativité et le résultat des observations. Il ajoute aux valeurs calculées dans le tableau de Newcomb, d'une part les avances séculaires des périhélies des quatre planètes déduites du ds^2 de Schwarzschild, et d'autre part les variations de chaque élément correspondant à des variations indéterminées des masses de Mercure, de Vénus et de la Terre ; et il égale les valeurs théoriques ainsi obtenues des quantités $\frac{de}{dt}$, $e\frac{ed\varpi}{dt}$, $\sin i \frac{d\Omega}{dt}$ aux valeurs observées selon Newcomb. Résolvant les équations relatives aux éléments de Mercure, de Vénus et de la Terre, il trouve comme valeurs des trois masses

1 : 6681038. 1 : 407372. 1 : 331737.

cette dernière correspondant à une parallaxe de 8'',769.

Les résidus des équations ainsi résolues sont satisfaisants, et les résidus des équations relatives aux éléments de Mars le sont aussi, sauf celui de l'équation, relative au périhélie, dont l'avance 9'',21 est du même ordre que l'avance considérée par Newcomb. Bauschinger allègue que la théorie de Mars est moins précise que les trois autres : l'avance du périhélie, possible selon le mot de Poincaré, pourrait ne pas exister. Cependant les calculs de Doolittle, par une méthode différente, ont absolument confirmé les calculs de Le Verrier et de Newcomb. On peut aussi supposer encore que les petites planètes ont une masse totale assez forte pour produire une avance de l'ordre indiqué.

Mais, si Bauschinger a fait disparaître l'avance du nœud de Vénus, c'est surtout, comme Newcomb, plus encore que Newcomb, en diminuant la masse de la Terre, et la valeur adoptée s'écarte des déterminations précises déduites des observations de la planète Eros. Il est vrai que les valeurs de la parallaxe tirées par Newcomb de la constante d'aberration, de l'inégalité parallactique de la Lune, de l'inégalité lunaire du Soleil ont subi aussi des diminutions ; les nouvelles valeurs se sont rap-

(1) **Encyclopadie des mathematischen Wissenschaften**, Band VI, 17, 1919, p. 888.

prochées de l'intervalle où l'avance du nœud de Vénus est inférieure aux erreurs d'observation, et de la valeur 8'',769 donnée par Bauschinger. Mais peut-on admettre (1), que les déterminations trigonométriques de la masse de la Terre, et les déterminations faisant appel à la gravitation, en particulier au mouvement du nœud de Vénus, se séparent en deux groupes présentant un écart (2) relatif de l'ordre du centième ? Il semble que le sujet appelle de nouvelles recherches.

Parallaxes et mouvements propres dans la zone +45° des « Selected Areas » de Kapteyn (3).

Un des exemples saillants d'une belle coopération, établie en vue de poursuivre un type de recherches difficiles, est donné par ce groupe d'observateurs qui, dans les deux dernières décades, a si considérablement accru nos connaissances sur les distances stellaires. Le travail du Dr Frank Schlesinger, à l'Observatoire Yerkes, dans les années 1903-1905, avait donné l'impulsion nécessaire à la reprise des recherches photographiques de parallaxes avec des instruments de grandes dimensions. Les détails de ce travail, ainsi que l'important travail préliminaire de Richtey, sont trop connus pour être rappelés (4). Le plan formulé et mis en œuvre par le Comité des parallaxes de la Société Astronomique d'Amérique sous la présidence du Dr Schlesinger, selon lequel les programmes d'observation et leurs modifications devaient être communiqués régulièrement à la demi-douzaine d'observatoires qu'ils concernaient, a fort bien permis d'assurer et de prévenir la nécessaire et parfois indésirable duplication des efforts.

Tout naturellement, les programmes d'observation s'augmentaient par addition des étoiles pour lesquelles une connaissance des distances était d'importance, en vue de compléter d'autres renseignements déjà obtenus ou en passe d'être trouvés. L'observateur qui avait déterminé

---

(1) **Loc. cit.**, p. 892. Voir aussi G. WITT, **Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft**, Band 43, 1908, p. 298.

(2) Newcomb a déjà remarqué (**The elements of the four inner Planets...**, p. 173), que si par mégarde dans la masse de la Terre on oubliait la Lune, et qu'on compte la masse de la Terre seule, par exemple avec les valeurs données aujourd'hui par les déterminations trigonométriques, l'avance du nœud de Vénus rentrerait dans les limites des erreurs d'observation.

(3) LEE (O. J.). — Zone +45° of Kapteyn's Selected Areas : parallaxes and proper motions. **Publ. Yerkes Observ.**, vol. IV, part. IV.

(4) Voir à ce sujet F. HENROTEAU. Les étoiles simples, p. 93 et suivantes.

l'orbite d'une binaire visuelle demandait sa parallaxe en vue de trouver les dimensions linéaires du système. Celui qui avait mesuré la vitesse radiale d'un groupe d'étoiles et qui voulait trouver les mouvements propres absolus réclamait les parallaxes grâce auxquelles on devait pouvoir déterminer les vitesses dans l'espace.

Tout naturellement aussi, l'observateur de parallaxes stellaires aimait placer, sur son programme, des étoiles pour lesquelles il y avait au moins quelque bonne chance de trouver une parallaxe positive assez supérieure à l'erreur probable de sa détermination, pour qu'il puisse tirer satisfaction du pourcentage de l'exactitude de son résultat. Par conséquent, connaissant les limitations de la méthode trigonométrique directe de mesure de la distance d'une étoile isolée, on peut difficilement lui faire grief d'avoir retenu de préférence sur ses listes des étoiles ayant de grands mouvements propres ou de grandes vitesses radiales.

En raison de la difficulté toute pratique qu'il y a à réduire, sur les clichés, les images des étoiles les plus brillantes à une égalité approximative des diamètres, par rapport aux faibles étoiles de comparaison, les étoiles des quatre premières magnitudes ne furent pas bien représentées, d'abord, sur son programme. Comme, cependant, beaucoup de ces étoiles, aussi bien que beaucoup d'autres plus faibles, ont été fréquemment observées au moyen du cercle méridien ou de l'héliomètre, cette omission ne fût pas grave .Cette difficulté a été surmontée par plusieurs méthodes différentes.

Celui qui étudie la structure et les mouvements de l'univers stellaire présente, cependant, une très sérieuse objection à ce mode de constitution d'un programme d'observation des parallaxes ; il observe notamment que toute liste d'étoiles choisie sous l'influence de quelque tendance que ce soit ne peut pas, même avec un accroissement des connaissances sur les étoiles individuelles qui la composent, former le matériel idéal pour l'attaque de ce problème fondamental. A titre d'illustration, on peut dire qu'il ne serait pas légitime de juger de la constitution d'une grande foule en étudiant seulement les personnes qui remuent beaucoup la tête ou celles qui portent des chapeaux verts.

En ce qui concerne les documents d'observation d'après lesquels il a découvert les courants d'étoiles, Kapteyn a dit : « Le choix d'Auwers-Bradley comme notre seule source a dépendu principalement de son excellence générale et, de plus, de la certitude qu'aucune considération concernant la grandeur du mouvement propre n'a influencé le choix des

étoiles observées ». Durant la dernière décade, les programmes pour la détermination des parallaxes ont été préparés avec des tendances de moins en moins grandes dans le choix des étoiles, sauf, naturellement, dans les cas où des recherches spéciales l'ont demandé, de sorte que beaucoup des connaissances acquises durant ce temps s'appliqueront directement aux études cosmiques.

La pénétrante réalisation des nécessités spécifiques relatives aux documents d'observation a conduit Kapteyn à réclamer une coopération suivant un plan susceptible de subvenir à ces nécessités. Naturellement une étude complète de 41.000 degrés carrés du ciel, à tous les divers points de vue, serait pour l'époque une tâche herculéenne, et, cependant, il était important que chaque partie du ciel soit représentée de quelque manière. Après beaucoup de déplacements, beaucoup de discussions fructueuses et de correspondances avec les astronomes du monde entier, Kapteyn fut en mesure, en 1906, de proposer le Plan des « Selected Areas » (Régions choisies) avec l'assurance écrite de beaucoup d'astronomes et le désir exprimé par nombre d'autres qu'il formât une partie du programme de beaucoup d'observatoires ou travailleurs isolés. Le but de cet article étant de présenter les résultats de l'important travail effectué à l'Observatoire Yerkes, avec le grand réfracteur de 40 pouces d'ouverture, à titre de contribution à la réalisation de ce plan, une brève description de ce dernier est donné ci-dessous.

Le plan de Kapteyn des « Selected Areas ».

Les régions furent choisies selon deux plans, le plan systématique et le plan spécial. Comme les diverses recherches désirées devaient être faites avec des instruments ayant des longueurs focales différentes et des champs utilisables de divers diamètres, le centre de chaque région fut spécifié et il est identifié avec une étoile de septième à neuvième magnitude.

Le plan systématique comprend 206 de ces centres : 1 à chaque pôle ; 6 à $\pm 75°$ de déclinaison ; 12 à $\pm 60°$; 24 à $\pm 45°$, $\pm 30°$, $\pm 15°$ et sur l'équateur. Les champs sont divisés en deux classes, les 168 régions de la première classe devant prendre la préséance dans le cas où le travail concernant toutes les régions apparaîtrait excessif ; les 38 autres devront être ajoutées si possible. Les étoiles, et spécialement les étoiles les plus faibles autour de ces centres, sont à étudier, aussi parfaitement que possible, au point de vue des magnitudes visuelles et photographiques,

des classes spectrales, des mouvement propres, des vitesses radiales, et des parallaxes.

Les 46 centres du plan spécial devaient être désignés parmi les régions les plus importantes d'intérêt spécial, autant qu'on pouvait les choisir à priori, dont l'étude devait contribuer matériellement à la solution du problème dans son ensemble. Naturellement beaucoup de ces régions sont situées dans ou près de la Voie Lactée. Elles sont à étudier d'abord au point de vue des parallaxes ou des mouvements propres, bien qu'on puisse espérer recueillir aussi d'autres renseignements éventuellement.

Les documents d'observations.

Le but du travail exécuté à l'Observatoire Yerkes était donc la détermination photographique en masse des parallaxes et des mouvements propres dans les 24 *Selected Areas* ayant leurs centres à $\pm 45°$, l'instrument utilisé étant, comme nous l'avons dit, le grand réfracteur de 40 pouces d'ouverture.

La méthode proposée par Kapteyn et utilisée par lui dans ses premiers essais de détermination des parallaxes par la photographie consistait à soumettre la même plaque à plusieurs expositions à trois époques, au moins, de parallaxe favorable, avant de la développer. Mais elle n'a pas paru pratique dans les circonstances auxquelles il fallait s'attendre dans un travail avec le réfracteur de 40 pouces. Au lieu de celà, des expositions uniques ont été effectuées sur chaque plaque et les clichés ont été développés tous ensemble, comme les plaques tirées dans le cas des parallaxes photographiques ordinaires.

Les parallaxes données dans ce travail sont bien des parallaxes trigonométriques individuelles, différant des parallaxes ordinaires par la seule méthode de réduction. Dans la méthode habituelle on fait l'hypothèse que les parallaxes des étoiles de comparaison (de 3 à 6 ou 7 dans chaque champ) sont égales à la parallaxe moyenne des étoiles de leur magnitude moyenne. Souvent, il n'en est pas ainsi. Peu d'observateurs ont étudié leurs étoiles de comparaison. Dans le cas actuel, elles ont été soigneusement choisies après que des déterminations provisoires des mouvements propres eussent été effectuées : on a pu écarter ainsi les étoiles à mouvement propre sensible et par suite à parallaxe probable assez grande.

400 clichés ont été tirés pour servir de base à ces mesures de parallaxes,

mais après un minutieux examen 310 seulement ont été retenus, les 90 autres ayant été rejetés parce qu'ils contenaient trop peu d'étoiles faibles ou parce que les images de ces étoiles étaient impropres à la mesure.

Les résultats.

Les méthodes de mesure des clichés et de discussions des mesures ont comporté beaucoup de particularités que les spécialistes pourront retrouver dans le mémoire original.

Les résultats peuvent se résumer ainsi :

1. Les parallaxes et les mouvements propres de 1041 étoiles, de magnitudes comprises entre 6,7 et 14,7, ont été déterminés dans 24 des 206 *Selected Areas* du plan systématique de Kapteyn, et d'après des clichés qui conviennent en qualité, quelque réserve qu'on puisse faire quant à leur nombre.

2. L'équation de grandeur et les erreurs provenant de la distortion du champ focal paraissent négligeables grâce à la méthode de discussion particulière adoptée.

3. La réalité de ces parallaxes, prises en groupes, est confirmée par le parallélisme de leur allure par rapport aux parallaxes trigonométriques ordinaires bien déterminées de 482 étoiles ayant les mêmes ascensions droites et déclinaisons moyennes.

4. D'après les moyennes par groupes d'étoiles, données dans divers tableaux ou graphiques, il paraît évident qu'un grand nombre des étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur, ont des parallaxes appréciables.

5. La grandeur de ces parallaxes, prise avec leur distribution sur la sphère céleste suggère la nécessité d'une revision radicale des tables parallactiques relatives aux étoiles faibles, avec une discrimination spéciale des différentes parties du ciel.

6. Le voisinage relatif du Soleil par rapport aux nuages stellaires de la galaxie situés vers 21 h. d'ascension directe est indiqué indépendamment par les parallaxes, par les mouvements propres et par les décomptes d'étoiles.

7. L'erreur probable adoptée pour un mouvement propre complet, $\pm 0''007$, et celle d'une parallaxe $\pm 0''020$ ne semblent pas prohibitives, au contraire.

8. En passant de l'intérêt particulier que peut présenter une étoile individuelle à celui du groupement des documents en moyennes statistiques, on trouve que la question du caractère représentatif des étoiles

étudiées a pris plus d'importance, dans les études sur la structure du système stellaire, que l'exactitude d'un document individuel.

9. La méthode ordinaire de détermination des parallaxes nécessite beaucoup de temps et de travail. Sauf en ce qui concerne l'égalité en magnitude des étoiles de comparaison, elle les néglige ainsi que les autres étoiles du champ. Elle ne peut pas, logiquement ou économiquement, être utilisée pour les étoiles faibles. La méthode utilisée dans le travail actuel s'est révélée adéquate à ce problème.

10. La relation entre les parallaxes et les mouvements propres paraît varier beaucoup avec la magnitude et la situation des étoiles dans le ciel.

11. On en conclut que les apex du mouvement solaire et des mouvements préférentiels des étoiles doivent être déterminés simultanément, si possible, d'après un flux complexe de mouvements dans lesquels les groupes et les amas d'étoiles se déplacent avec une indépendance apparente considérable.

12. A l'avenir c'est de 20 à 40 images de chaque étoile, au lieu de 15 en moyenne dans le présent travail, prises au moins à cinq époques différentes, que l'on devra réaliser avec des instruments comme ceux qui sont utilisés maintenant dans la détermination des parallaxes stellaires.

13. En même temps qu'il y a lieu de procéder à une rapide accumulation de renseignements des diverses sortes relatifs aux étoiles des *Selected Areas*, il faut que les parallaxes des étoiles de ces régions choisies retiennent immédiatement l'attention des observateurs. Leur connaissance est de nature à fournir la base la plus importante pour les recherches sur la constitution de l'Univers.

La spectroscopie des taches solaires (1).

Le spectre des taches solaires.

Si l'on projette l'image d'une tache solaire sur la fente d'un spectroscope, on obtient un spectre, qui bien que semblable à celui de la photosphère, en diffère par beaucoup de détails importants. Les spectres des différentes taches sont remarquablement semblables. Certaines raies

(1) Cf. Henry NORRIS RUSSELL, Raymond SMITH DUGAN et John QUINCY STEWART, Astronomy, t. II. Ginn and C°, Boston. Voir **Bull. Obs. Lyon**, t. IX, décembre 1927, p. 267.

sont renforcées et d'autres affaiblies. Beaucoup de raies y apparaissent qui n'existent pas dans le spectre solaire normal.

Les raies renforcées sont toujours des raies de basse température et les plus renforcées correspondent aux plus basses températures; beaucoup des raies affaiblies sont des raies d'étincelle. La corrélation des variations d'intensité rencontrées quand on passe de la photosphère aux taches et de l'arc au four électrique, est si bonne qu'on ne peut douter que ces différences proviennent du fait que les taches sont plus froides que la photosphère normale.

Une nouvelle preuve en est fournie par les raies particulières au spectre des taches; des milliers d'entre elles ont été identifiées avec les bandes de l'oxyde de titane, de la magnésie et de la chaux. Ces composés existent aux basses températures des taches, mais ils sont dissociés dans la couche renversante ordinaire.

Ces conclusions importantes sont dues aux recherches de Hale et de ses collègues au Mont Wilson. Le spectre des facules présente avec le spectre solaire normal, des différences qui sont moins frappantes et de sens opposé : les raies de basse température sont affaiblies et les raies d'étincelle renforcées. Il s'ensuit que les facules doivent être plus chaudes que la photosphère.

Le Champ magnétique dans les taches solaires.

Quand on observe le spectre d'une tache avec une grande dispersion, beaucoup des raies, spécialement dans le jaune et le rouge, paraissent élargies et quelques-unes se partagent en deux composantes séparées par un intervalle brillant. Ce dédoublement des raies fut d'abord observé par Young à Princeton, en 1892. Hale, en 1908, a montré que chez les taches voisines du centre du Soleil les deux composantes de chaque doublet étaient polarisées circulairement dans des directions opposées. La même disposition de l'appareil polariseur, qui éteint la composante des doublets située du côté du rouge (ou du violet) du spectre, éteint aussi les bords analogues des nombreuses raies élargies et ceci montre que ces dernières sont, en réalité, de très fins doublets, incomplètement résolus.

Or, seule l'action d'un champ magnétique puissant sur des gaz lumineux est susceptible de produire ces raies doubles, polarisées circulairement.

L'effet Zeemann

Quand une étincelle électrique est placée entre les pôles d'un électro-aimant, de sorte que les atomes émettent la lumière dans un champ magnétique puissant, chaque raie spectrale donne naissance à un groupe de raies serrées, dont la lumière est polarisée. Quand la lumière se déplace perpendiculairement au champ magnétique chaque raie, dans le cas le plus simple, est partagée en un triplet, dans lequel les composantes extérieures sont polarisées dans un plan perpendiculaire au champ magnétique, et la composante centrale dans un plan parallèle. La séparation des raies est proportionnelle au champ magnétique, mais elle est très différente pour les diverses raies. Quelques raies, dans le spectre d'arc, et beaucoup de celles des spectres de bandes, ne sont pas affectées du tout. Beaucoup de raies, cependant, sont résolues en trois groupes de raies étroitement groupées. Ces phénomènes furent observés en premier lieu par le physicien hollandais Zeemann.

Quand la lumière se déplace parallèlement au champ magnétique (à travers un trou dans une des armatures polaires), la composante centrale d'un triplet (ou d'un groupe central, d'une raie complexe) disparaît, tandis que les composantes extérieures (ou les groupes extérieurs) forment un doublet dans lequel les deux membres sont polarisés circulairement dans des directions opposées. Les raies d'absorption subissent le même effet.

L'effet Zeemann dans le spectre des taches.

Quand une tache est près du centre du disque solaire, les raies de son spectre sont doubles et polarisées circulairement : ceci montre que le champ magnétique est dirigé dans la ligne de visée, ou perpendiculaire à la surface du soleil. Quand la même tache est près du limbe du soleil, les raies deviennent triples et polarisées dans un plan, ce qui indique un champ perpendiculaire à la ligne de visée mais toujours normal à la surface du Soleil. Pour les taches en route vers le limbe, les raies sont doubles quand la lumière vient du bord de la tache voisin du centre du Soleil, et triples quand elle vient du bord voisin du limbe, ce qui montre que les lignes de force magnétiques divergent vers l'extérieur de la tache.

La séparation des doublets ou des triplets diffère pour les diverses raies tout comme au laboratoire (les groupes complexes n'étant pas résolus), et les raies des spectres de bandes ne sont pas affectées.

Cet accord dans le détail prouve nettement l'existence d'un champ ma-

gnétique puissant dans les taches solaires. L'intensité varie dans les diverses taches et elle parait diminuer dans les niveaux supérieurs de l'atmosphère. Dans les grandes taches, elle peut atteindre 4000 gauss, ce qui est à peu près le tiers de ce que l'on trouve entre les armatures polaires de certaines dynamos. Le champ des taches, cependant, se maintient sur des régions d'un diamètre de milliers de kilomètres.

Polarité des taches.

Les taches dans lesquelles les directions de la rotation tourbillonnaire, décelées par les spectrohéliogrammes de la raie H_α, sont opposées, ont des champs magnétiques directement opposés. Les composantes, du côté du rouge, des doublets du spectre des premières de ces taches sont polarisées circulairement de la même manière que les composantes du côté du violet des autres. La *conductrice* et la *suivante* (1) d'un couple typique de taches solaires sont toujours de polarités opposées mais les intensités de leurs champs peuvent être très différentes. De plus, les taches conductrices des couples de l'hémisphère austral du Soleil possèdent des champs opposés à ceux des taches conductrices de l'hémisphère boréal ; et la polarité indiquée par les taches conductrices, dans les deux hémisphères est renversée quand un nouveau cycle de taches solaires commence après un minimum. Ainsi, la période magnétique du Soleil est double de la période bien connue (11 ans) des taches.

Dans les groupes de taches compliqués, la pénombre présente souvent des polarités opposées, avec une disposition d'apparence chaotique.

Champ magnétique général du Soleil.

Un des plus beaux triomphes en fait de mesures précises fut la découverte par Hale et ses Collègues du champ magnétique général que possède le Soleil, à beaucoup près l'analogue de celui de la terre. Le pôle nord

(1) Cette classification des taches en **conductrices** et en **suivantes** se rattache aux faits suivants. Un groupe de taches, à sa naissance, se présente souvent sous forme d'un amas plus ou moins irrégulier de petites taches naissantes. Puis il passe par un second stage, s'allongeant de l'Est à l'Ouest avec deux taches prédominantes, l'une, la conductrice, l'autre, la suivante, qui joue le rôle d'arrière-garde du groupe. La première (dans la direction de la rotation du Soleil) est ordinairement plus compacte et plus régulière, quoique l'autre soit quelquefois la plus grande. La conductrice paraît pousser de l'avant dans la photosphère et accroître ainsi la longueur du train de petites taches situées entre les deux principales. Après un certain temps, ces petites taches disparaissent généralement, laissant la paire, dont la conductrice dure ordinairement plus longtemps et ressemble le plus à une tache normale. Des études récentes au M[t] Wilson ont montré que les doubles groupes sont environ deux fois plus nombreux que les taches isolées.

magnétique du Soleil, comme celui de la terre, est voisin du pôle nord de rotation, mais ne coïncide pas avec lui. L'effet Zeemann produit par ce champ est tout au plus suffisant pour élargir d'une faible quantité les raies spectrales, mais des mesures minutieuses, avec un appareil polariseur convenable, ont révélé de petites déviations d'après lesquelles on peut déterminer la direction et la grandeur du champ magnétique.

Et, même, on a décelé les petites variations qui se produisent quand l'axe magnétique se rapproche ou s'écarte de la terre par suite de la rotation du Soleil ; on trouve ainsi que le pôle magnétique est à 4° du pôle de rotation et qu'il tourne autour de celui-ci avec une période de 31 j. 5. L'intensité du champ décroît rapidement avec la hauteur, tombant de 50 gauss à une quantité trop petite pour être mesurée, entre la base et le sommet de la couche renversante. La valeur précédente est environ cent fois plus grande que la valeur maxima du champ magnétique à la surface de la terre. (1)

Théorie des taches solaires de Hale.

Ce grand nombre de faits concernant la nature des taches solaires n'a pas été obtenu accidentellement, mais plutôt comme le résultat d'une campagne réglée d'avance par Hale, de sorte que les résultats et la théorie auxquels elle a donné naissance ont été justement associés à son nom. Les faits esquissés ci-dessus ont conduit à la formation d'une théorie des taches solaires qui, bien qu'elle rende compte de presque tous les phénomènes, est encore regardée par son auteur (avec une prudence vraiment scientifique) comme un essai.

Selon cette théorie, une tache solaire est un grand tourbillon en forme d'entonnoir, dans les couches extérieures du Soleil, dans lequel les gaz montent en spirale tout en tendant vers l'extérieur sur la périphérie (avec un mouvement exactement opposé à celui de l'eau qui s'écoule d'un réservoir).

L'expansion rapide, à l'embouchure de l'entonnoir, refroidit les gaz ascendants et peut les maintenir durant des semaines à une température inférieure, de 2000° centigrades au moins, à celle de la photosphère environnante. Ainsi une tache solaire serait le plus grand mécanisme réfrigéant que l'on connaisse.

Ce refroidissement rend compte de l'assombrissement des taches, de

(1) Voir au sujet du champ magnétique général du Soleil, **Bull. Obs. Lyon**, T. IX, n° 8, août 1927, p. 162.

l'existence à leur intérieur de composés donnant des spectres de bandes, et des variations d'intensité des raies. Les gaz coulent finalement sur la surface presque normalement à la périphérie des taches, produisant ainsi l'effet Evershed (1). Le flux le plus rapide peut très bien se trouver au-dessous de la surface visible, car nous ne pouvons probablement voir à l'intérieur des taches qu'à une profondeur qui n'est qu'une très petite fraction de son diamètre. Le mouvement vers l'intérieur, dans la chromosphère, et la structure tourbillonnante présentée par les flocculi représentent probablement les tourbillons supérieurs qui s'effectuent en direction opposée.

L'origine du champ magnétique est sans doute associée à la rotation rapide dans la partie profonde du tourbillon, les polarités opposées correspondant aux tourbillonnements à droite ou à gauche. Mais la nature de l'action électromagnétique en jeu est encore incertaine. Elle peut bien être liée au fait que les gaz ascendants transportent un grand nombre de particules chargées électriquement.

Il est assez probable que le champ magnétique général est lié d'une façon semblable à l'axe de rotation du Soleil.

Les composantes d'un groupe bi-polaire doivent être associées de quelque manière, puisque la polarité est presque toujours opposée dans les deux cas. Elles peuvent constituer les extrémités libres d'un tourbillon unique en forme de U comme celui qui se produit par la manœuvre d'un aviron dans l'eau. Bjerknes a récemment suggéré qu'un tourbillon primaire pouvait s'étendre horizontalement à l'est et à l'ouest, loin sous la surface, — environnant peut-être entièrement le Soleil, — et de temps en temps il s'infléchit vers la surface, où il décharge beaucoup de sa matière et de son énergie (2).

---

(1) On sait que la rotation du Soleil produit des déviations des raies spectrales (effet Doppler) suivant que la fente du spectroscope est appliquée en des points de l'image solaire où la vitesse radiale est positive (vers l'observateur) ou négative (en sens inverse). Des déviations analogues trouvées par Evershed, et connues sous le nom **d'effet Evershed,** dans le spectre de la photosphère, juste à la périphérie des taches solaires, peuvent être interprétées comme dues à un flux de la matière divergeant vers l'extérieur des taches, le long de la surface du soleil.

(2) Dans un prochain n° nous rendrons compte d'une manière plus détaillée de la théorie de Bjerknes.

La précision des divers modes d'appréciation de la subdivision d'une graduation (1).

M. Emil Bergfeld a procédé, par quatre méthodes différentes, celle de constance (ou des cas vrais et faux), celle de reproduction, celle du choix et celle des séries complètes (Vollreihenmethode) à une recherche sur la précision d'estimation d'une division spatiale. Une longueur de 2 millimètres est divisée par un index manœuvré par la manivelle d'une machine à diviser dont le tambour a 154 millimètres pour une translation d'un millimètre (ce qui permet une précision au cinquième de millimètre sur le tambour, et au 770e de millimètre sur la ligne à diviser).

La plupart des expériences ont été faites par la première méthode, en demandant au sujet de dire combien la longueur jusqu'à l'index représente de parties de la longueur totale, en envisageant celle-ci comme divisée et en la divisant effectivement en dixièmes, en douzièmes, en vingtièmes ou en vingt-quatrièmes, ou bien en la considérant comme divisée (et en la divisant effectivement) en centièmes ou en cent quarante quatrièmes (et en faisant donner l'évaluation, soit en centièmes ou en cent quarante quatrièmes, soit approximativement, en dixièmes ou vingtièmes ou bien en douzièmes et vingt-quatrièmes).

L'auteur étudiait ainsi, à la fois, l'erreur due à un choix prédominant de certaines valeurs, de certains dixièmes (ou équation décimale) et la capacité de précision comparativement donnée par les systèmes numériques décimal et duodécimal.

En ce qui concerne ce dernier point, la division duodécimale se montre nettement supérieure, la supériorité étant surtout marquée dans la division simple en dixièmes ou en douzièmes par la méthode de constance. Le pourcentage des jugements exacts est de 90,7 (et l'erreur moyenne en soixantièmes de millimètre de 1,2) pour la division en dixièmes, de 97,9 (et l'erreur moyenne de 0,22) pour la division en douzièmes. Mais les divisions en vingtièmes et en vingt - quatrièmes, bien moins exactes, s'équivalent (67,6 et 62,8 % de jugements exacts, erreurs moyennes de 1,98 et 1,94). Il y a une petite supériorité de la division en cent quarante-quatrièmes (17,24 % de jugements exacts et 2,06 d'erreur moyenne) sur la division en centièmes (18,32 % et 2,78), et une supériorité plus notable

(1) EMIL BERGFELD. — Die Streckeneinteilung und die gebräulichsten Zahlensysteme. Neue Versuche zur Dezimalgleichung (La division de l'étendue et les systèmes numériques les mieux utilisables). **Neue Ps. St., II, 1926 p. 15-19.**

de l'appréciation en douzièmes de l'étendue divisée en 144 parties (81 % et 1,9) sur l'appréciation en dizièmes de l'étendue divisée en 100 (77,7 et 2,67).

L'auteur a noté une tendance à la sous-estimation des parties en bas de l'échelle et à la surestimation en haut de l'échelle, se traduisant en particulier par une fréquence plus grande du 1er et du 9e dixième, ou parties marginales (plus marquée dans la division décimale que dans la duodécimale), et par une exactitude moyenne plus grande des évaluations quand l'index est placé au niveau de ces divisions marginales (96,2 % contre 84,1 % pour les parties du milieu en division décimale ; 98,6 et 97,2 en division duodécimale ; 91,7 et 58 pour la division en 70 parties ; 92,9 et 53,3 pour celle en 24 parties ; 24,5 et 12 pour celle en 100e; 18,9 et 16,1 pour celle en 144).

En ce qui concerne l'équation décimale proprement dite, elle n'a pas été étudiée en réalité par l'auteur, qui se contente d'affirmer que la prépondérance dans le choix des dixièmes est fondée sur les différences dans la fréquence de l'expérience que l'on en a et de noter la tendance à sous-estimer dans l'évaluation des dixièmes inférieurs et à surestimer dans l'évaluation des dixièmes supérieurs, le médian étant plus correctement indiqué. Mais il ne donne pas de chiffres permettant de connaître la fréquence des différentes valeurs données dans l'évaluation par rapport à la fréquence de présentation réelle, de sorte que, en ce qui concerne la question même de l'équation décimale, le travail — tel qu'il est exposé — n'apporte aucune contribution utile.

La donnée pratique à retenir, c'est que, pour l'évaluation d'une division relative, il est préférable de la faire en douzièmes qu'en dixièmes de l'étendue totale.

H. Piéron.

(*D'après l'Année Psychologique*, T. 27).

Remarque sur l'intérêt que présentent les observations de variables à longues périodes effectuées par l'A. F. O. E. V.

Nos collaborateurs sont convaincus de l'utilité des observations de variables en lumière visuelle globale, et connaissent les raisons que l'on a d'espérer tirer de l'étude détaillée des périodes, des amplitudes et des modalités de la fluctuation lumineuse des conclusions de la plus haute importance pour l'avancement de l'astrophysique.

Il y a un an à peine que nous écrivions qu'il est impossible de prévoir tout ce que cette étude pourra donner.

C'est pour confirmer cette manière de voir que nous citons le fait suivant :

Les physiciens admettent actuellement l'existence d'une radiation ultra-pénétrante d'origine cosmique, à laquelle il faudrait attribuer la décharge des électroscopes.

Ce n'est pas le lieu de développer ici les raisons pour lesquelles ils se sont arrêtés à cette hypothèse. Disons qu'il y a un an (1926 nov.) un astronome de l'Observatoire Lund, M. Corlin, a émis l'hypothèse que le rayonnement était émis par des étoiles du type Mira. Il basait son opinion sur une étude statistique qui a été publiée en détail depuis lors dans A. N. 5529.

Son hypothèse a donné lieu à des controverses dans lesquelles nous n'avons pas à intervenir mais au sujet desquelles nous tenons à faire savoir à nos lecteurs que les observations de variables publiées par le *Bull. Obs. Lyon* et par *Popular Astronomy* (et relatives à certaines périodes de 1926 et 1927) ont été présentées comme constituant le matériel de choix sur lequel la discussion devait se baser.

J.-F. Cox.

Médaille Abbott

On se rappelle (1) que notre collègue M. Abbott a fait don à l'Université de Lyon d'une somme dont les arrérages seront employés à donner une médaille d'argent à un observateur méritant et laborieux dont les observations présenteront un ensemble de documents complet et important.

Appelé à se prononcer pour la première fois sur l'attribution de cette médaille, le Conseil de l'Université de Lyon, dans sa séance du 26 Novembre 1927, a décidé de la décerner à

M. C. Butterworth.

Tous nos lecteurs connaissent le zèle de cet observateur et le mérite de ses observations et voudront se joindre à nous pour se réjouir de la distinction attribuée à notre collègue.

(1) Voir Bull. de l'Obs. de Lyon, T. VIII, n° 9, sept. 1926, p. 213.

NOTES ET VARIÉTÉS

Taches solaires et pathologie humaine.

Nous avons eu l'occasion de mentionner ici même les recherches les plus modernes sur les influences possibles des taches solaires sur divers phénomènes biologiques, et particulièrement les relations curieuses signalées par le Dr Maurice Faure avec les morts subites (Avril 1927, p. XXX et Mai p. 13) ; après quoi nous avons indiqué une étude fort documentée du Dr Foveau de Courmelles (1) montrant le grand nombre des questions où d'importantes énigmes se posent, et dont il y aurait lieu de poursuivre l'étude d'une façon systématique.

Dans une étude plus étendue (2), les Drs Gaston Sardou et Maurice Faure font remarquer combien il est exact que le retour de certains symptômes, chez certains sujets, est lié au degré d'humidité ou de sécheresse, à la dépression ou à l'élévation barométrique, au degré thermique en cours ; et, en dehors des causes d'erreur des malades lorsque, pour expliquer leurs malaises, ils invoquent les causes qui leur sont facilement accessibles, il est certain que les remarques des malades sont beaucoup plus justes lorsqu'elles établissent une relation habituelle entre la recrudescence de leurs symptômes et les **changements de temps.** On constate, en effet, d'une façon régulière une relation entre le changement de temps et les troubles pathologiques, troubles qui coïncident avec une modification importante (début ou fin) des périodes aïgues en symptômes ; et c'est ainsi que l'on est naturellement conduit à rechercher si les taches solaires ne seraient pas la cause première venant déclancher certains troubles pathologiques et aussi, avec un décalage peut-être de quelques jours, des modifications atmosphériques qui entraineront le changement de temps.

Tout en étudiant loyalement une série d'objections qui pourraient être présentées, ce qui prouve le soin et la méthode avec lesquels ces recherches sont poursuivies, les auteurs croient pouvoir déjà conclure que :

1° le passage des taches au méridien central est une cause fréquente (une des causes) d'apparition ou de recrudescence collectives des accidents aigus dans les maladies chroniques ;

2° ce passage peut déterminer des accidents graves au cours d'états morbides chroniques ;

Le champ des découvertes à faire dans cette voie est immense : l'étude de la radiation solaire est bien loin d'avoir dit son dernier mot, et reste une énigme passionnante.

Estimation de la masse et du nombre d'étoiles de l'amas globulaire Messier 13.

L'estimation est faite avec deux hypothèses sur la distribution des grandeurs des étoiles de l'amas : d'une part, en prenant la courbe de Kapteyn et van Rhijn, et, d'autre part, celle de Seares. Pour la détermination de la constante K qui figure dans les calculs, on s'est servi de la grandeur intégrale de l'amas, prise égale à $5^m,7$. Le nombre d'étoiles dans la première hypothèse était obtenu égal à N=430.000 ; dans la seconde, le nombre d'étoiles peut être infini, mais le nombre d'étoiles plus brillantes que la 29e grandeur, ou 14e grandeur absolue, est $N_{29} = 680.000$. Les masses des étoiles sont prises en accord avec la théorie d'équilibre radiatif due à Eddington et avec la paral-

(1) **Bulletin** de décembre 1927, p. 264.
(2) **Les taches solaires et la Pathologie humaine, La Presse médicale,** 2 mars 1927.

laxe de l'amas $\pi = 0'',000090$. La masse intégrale dans les deux hypothèses était obtenue égale à M = 270.000 et M_{20} = 304.000, celle du soleil étant prise pour unité. Pour la grandeur intégrale de l'amas égale à 5^m0, tous les nombres devront être multipliés par 1,90. Des considérations de genre cosmogonique semblent indiquer que la distribution réelle des grandeurs des étoiles de l'amas ressemble plus à la courbe de Kapteyn qu'à celle de Seares (1).

M. PARIISKY

Transparence de l'atmosphère ; altitude de la couche d'ozone. [2]

I. On établit la formule qui donne le coefficient d'absorption **apparente** d'un gaz pur

$$K = \frac{8\pi^3}{3\lambda^4} \cdot \frac{(\mu^2-1)^2}{n} \cdot \frac{6+3l}{6-7l}$$

λ, longueur d'onde ; μ indice de réfraction ; n, nombre de particules diffusantes par centimètre cube ; l, dépolarisation de la lumière diffusée à 90° du faisceau incident.

L'étude expérimentale de la diffusion fait connaître les valeurs de l et, par application de la formule de lord Rayleigh généralisée, permet d'atteindre n (n = 2,90 $\times 10^{19}$, Daure, 1925). On peut alors évaluer la densité optique de l'atmosphère considérée comme un mélange de gaz parfaits. La concordance des valeurs obtenues, pour l'altitude du Mont Wilson, avec les résultats des mesures de Fowle (1910-1911), dans le bleu, le violet et l'ultraviolet, montre que **la diffusion moléculaire intervient seule dans cette région du spectre.**

Ces mesures donnent n = (2,91 $\pm$ 0,08) $\times$ 10^{19}, nombre très voisin de celui trouvé au laboratoire, dans l'étude de la diffusion, mais supérieur au nombre de molécules par centimètre cube, dans les conditions normales, universellement admis (2,70 $\times$ 10^{19}). Il semble que la formule de lord Rayleigh généralisée ne donne pas exactement le nombre d'Avogadro.

II. Entre 4.800 et 6.500 λ les densités optiques mesurées par Fowle sont supérieures aux densités calculées ; on sait qu'il existe, dans cette région, une absorption sélective dont l'origine n'a pas été précisée.

La connaissance des coefficients d'absorption de l'ozone, dans le spectre visible, mesurés par Colange, permet d'établir que **l'existence d'une couche d'ozone de 3^{mm} environ d'épaisseur** (dans les conditions normales) **explique complètement cette absorption.** Cette conclusion est confirmée par l'examen de plusieurs séries de mesures de l'absorption atmosphérique. Quand elles n'ont pas été corrigées de l'influence de la vapeur d'eau, la comparaison avec les densités calculées dans la 1re partie devient impossible ; mais un procédé graphique simple permet de retrouver les densités optiques de la couche absorbante.

Les nombres obtenus pour l'épaisseur **moyenne** d'ozone, tous compris entre 3 et 4 mm., montrent qu'elle ne subit pas de variations **considérables** d'une année à l'autre.

J. CABANNES et J. DUFAY.

---

(1) Résumé d'après **Russ. Astron. Journ.**, t. 3, n° 1, pp. 10-19.

(2) **Le Journ. de Physique et le Radium**, sept. 1926, pp. 257-274 (voir aussi **Bull. Obs. Lyon**, T. IX, oct 1927, p. 226, une analyse qui complète les résultats énoncés ci-dessus).

Louis-Benjamin Francœur

L.-B. Francœur, né à Paris en 1773, mort dans la même ville en 1849, est un mathématicien un peu oublié, mais dont les ouvrages ont eu, cependant, un véritable succès, et ont été traduits dans la plupart des langues de l'Europe, notamment en russe.

Elève de la première promotion de l'Ecole polytechnique, il se consacra à l'enseignement, fut professeur de mathématiques au lycée Charlemagne et à la Faculté des sciences de Paris, en même temps qu'examinateur d'admission à la grande école où il s'était formé. Ayant connu la misère au début de sa carrière, il arriva rapidement à une situation honorable et aisée.

Il fut maire de Châtillon où il possédait une belle propriété, où il fit construire un observatoire, où on voyait une bonne lunette méridienne, un magnifique théodolite de Gambey, un chronomètre de Bréguet et d'autres instruments non moins précieux. Il serait intéressant de savoir quel a été leur sort.

Et aussi celui de ses observations. Il en était résulté plusieurs volumes manuscrits qui passèrent aux mains de son fils Isidore, professeur de mathématiques spéciales au collège Chaptal et à l'Ecole des Beaux-Arts.

Si les papier de Francœur existent encore, il semble que leur place serait dans un dépôt public où chacun pourrait les consulter. En plus de ses observations astronomiques, il laissait plusieurs ouvrages inédits complets ou inachevés, mais où l'on doit trouver des choses pleines d'intérêt.

Un calepin, qu'il portait toujours sur lui et qu'il a récrit de sa main plusieurs fois, contenait une multitude de renseignements sur les sujets les plus divers. On avait songé à publier ce recueil, qui aurait pu rendre beaucoup de services, il est regrettable qu'on ne l'ait pas fait.

Ajoutons que Francœur était un homme d'honneur dans toute l'acception du terme. En 1815, à l'époque de la Terreur blanche, on le voit offrir un asile au grand Carnot, en butte aux persécutions politiques, en attendant de prendre le chemin de l'exil. Vers la même époque, il expose, dans son **Uranographie**, à propos des zodiaques égyptiens, des idées contraires à la chronologie biblique, au risque de nuire à ses intérêts. On l'engage à modifier, dans les éditions futures, les passages que quelques-uns peuvent trouver choquants, et il se refuse à ne pas exprimer toute sa pensée.

Ajoutons que peu d'hommes ont, comme lui, contribué aux progrès de l'industrie. Plusieurs de ses ouvrages sont consacrés à la technologie, et il a été un collaborateur important du **Bulletin** de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

De nos jours encore, son souvenir est rappelé par un prix annuel de 1000 francs, fondé par ses descendants, et qui sert à récompenser des travaux de mathématiques, pures ou appliquées

E. Doublet.

Théodolite universel Henri Wild.

Le théodolite universel ne ressemble en rien aux anciens théodolites classiques. Il comporte une série de dispositifs ingénieux qui en font un instrument original. Dans cet appareil, où les lectures se font dans un seul microscope situé parallèlement à la lunette et à côté d'elle, l'opérateur peut lire sans changer de place les graduations directement opposées de chacun des deux cercles, grâce à un dispositif optique qui en donne des images superposées séparées par une ligne très fine. La translation classique du réticule à double fil est remplacée par une rotation relative des deux images amenant les graduations en coïncidence, ce qui permet d'utiliser pour les lectures la grande précision des pointés par prolongement, comme en télémétrie ;

ce micromètre à coïncidence donne directement la moyenne des lectures diamétralement opposées du cercle considéré. La mise au point de la lunette se fait par déplacement d'une lentille divergente interne, ce qui a l'avantage de réduire la longueur de l'instrument et de lui assurer une parfaite étanchéité. Un dispositif additionnel, utilisant les propriétés de la bilame, permet enfin de transformer le théodolite en tachéomètre de haute précision. Ces divers perfectionnements, joints à une construction particulièrement soignée, dans laquelle il est fait emploi d'axes cylindriques en acier, font que le théodolite Wild, malgré la petitesse de son cercle horizontal (95^{mm} de diamètre) et son faible poids (4 kg. 300), peut servir aux opérations géodésiques, car, utilisé par des opérateurs habiles opérant par réitération, il permet des mesures angulaires entachées d'une erreur moyenne, extrêmement petite, dont l'ordre de grandeur est 1"5. Employé comme tachéomètre de précision, il assure aux mesures de distance une précision de l'ordre de 1/5000e.

(Sommaire de l'article de la **Rev. d'Opt.**, juin 1927, pp. 193-241). **Capit. OLLIVIER**

La comète Kopff en 1919.

A l'aide d'une éphéméride calculée par **M. Ebell**, cette comète périodique fut redécouverte, en 1919, à son troisième retour au Soleil, par M. Wolf (A. N., n° 4996). Après s'être premièrement servi d'un système d'éléments de Zappa déduit de la première apparition de la comète en 1906, M. Ebell, en possession de 3 observations de 1919, a calculé un système d'éléments osculateurs. Ce système a servi à l'auteur de base pour le calcul d'un nouveau système d'éléments, représentant d'une façon satisfaisante l'ensemble des observations (au nombre d'environ 120) de la comète en 1919, sans cependant qu'il ait été tenu compte des perturbations pendant la durée des observations.

Ce système, tout en tenant compte des perturbations, pourra donc être employé dans les calculs qui vont suivre, pour établir une liaison entre les apparitions consécutives de la Comète (1).

F. KEPINSKI

Emploi des écrans colorés en photométrie hétérochrome.

Les étalons lumineux sont constitués par des lampes à filament de carbone. Les seules lampes utilisées pratiquement aujourd'hui sont des lampes à filament de tungstène. La comparaison de ces lampes aux étalons soulève donc le problème de la photométrie hétérochrome qui n'a jamais reçu jusqu'ici de solution satisfaisante. Les auteurs en ont cherché une solution, sinon parfaite, du moins suffisante pour les besoins de la pratique industrielle, en remplaçant la comparaison en lumière hétérochrome par une comparaison en lumière à peu près monochromatique par l'interposition entre l'œil et le photomètre d'un écran coloré.

Cet écran doit être tel :

1° — que son emploi fasse disparaître les divergences qui existent entre les observateurs employant les procédés usuels ;

2° — que les résultats fournis par son emploi concordent à peu près avec la moyenne des résultats obtenus en lumière hétérochrome par un certain nombre d'opérateurs.

Un écran constitué par une solution en proportions convenables de bichromate de potasse et de chlorure de cuivre semble répondre aux desiderata indiqués.

R. JOUAUST et P. WAGUET.

---

(1) Sommaire de l'article de **Publ. Astron. obs.**, Varsovie, t. 2, 1926, pp. 23-36.
(2) Sommaire d'un article de la **Rev. d'Opt.**, Févr. 1927, pp. 59-67.